

研 究 主 論 文 抄 録

論文題目 固定化担体を活用する新規窒素除去法の開発に関する研究

(Studies on the development of novel nitrogen removal process using biomass carriers)

熊本大学大学院自然科学研究科 複合新領域科学専攻 生命環境科学講座

(主任指導 古川 憲治 教授)

論文提出者 山際 秀誠

(Yoshinobu Yamagiwa)

主論文要旨

《本文》

本論文では、ポリエステル製不織布やパイル織物を汚泥付着用の固定化担体として用いた窒素除去システムの開発を目的として平成 14 年から行ってきた研究をまとめたものである。まず、和歌山県工業技術センターで開発されたポリエステル製不織布を用いた硝化・脱窒システムについて、捺染染色工場廃水をターゲットとしてビーカースケールおよびパイロットスケール試験を行い、硝化・脱窒処理システムの染色廃水への適応性について検討した。さらに、固定化担体としてパイル織物を用いた硝化・脱窒処理システムの開発を行った。さらに、より高い窒素除去速度の達成を目指し、和歌山市の終末処理場汚泥から ANAMMOX 細菌の集積培養を行うと共に、パイル織物を用いた部分亜硝酸化反応についての検討を行った。さらに、長期間にわたり部分亜硝酸化反応を継続したところ、部分亜硝酸化反応と ANAMMOX 反応が同時に進行する一槽型の ANANMOX 反応 (Single-stag nitrogen removal using anammox and partial nitritation, SNAP) が進行することが確認できたので、その処理性能についての検討を行った。

第 2 章では、ポリエステル製不織布を汚泥付着用の固定化担体として用いた固定化材を曝気槽に設置し、合成染色廃水の硝化・脱窒処理について検討を行った。その結果、流入炭素源を流入窒素源の 1.5 倍量添加したときに、約 56 %の脱窒率が得られると共に有機態炭素源は約 90 %程度の効率で除去され、開発した窒素源と有機物の同時除去システムが染色廃水に適応できることが明らかになった。

第 3 章では、ポリエステル製不織布を用いた固定化材を曝気槽に設置する硝化・脱窒処理システムが染色工場廃水に適応出来るかを明らかにするために、捺染染色工場にパイロットプラントを設置し、工場廃水を用いた硝化・脱窒処理試験を行った。その結果、ノルマルヘキサン抽出物質の分解除去のために約 12 時間の空気曝気処理した染色廃水を滞留時間 1.5 日の条件で硝化・脱窒処理を行ったところ、TOC 源の添加なしに約 38 %

の窒素除去率を達成することが出来た。しかしながら、実用化のためには、窒素除去効率の改善と安定した処理条件の確立が課題として残った。

第4章では、パイル織物を汚泥付着用の固定化担体として用いた固定化材を作製し、硝化・脱窒処理システムへの適応について検討を行った。その結果、アクリル製のパイル織物を用いることによって硝化速度の改善効果が認められた。さらに、パイル織物のベース部分における目詰まりを回避するために、ベース部分の形状が格子状になったアクリル製パイル織物を用いて硝化・脱窒処理試験を行ったところ、長期間にわたり安定的に硝化・脱窒処理が可能であり、連続処理における窒素除去率は、電子供与体の添加条件下で、HRT = 12 時間で約 56 %、HRT = 19 時間で約 77 %に達した。連続硝化・脱窒処理時にパイル織物に付着した汚泥について、菌叢解析を行ったところ、多種多様な細菌の存在が確認でき、その中には、ANAMMOX 汚泥の中で発見された細菌に近縁のものも検出された。

第5章では、和歌川終末処理場活性汚泥からの菊花状ポリエステル製不織布を固定化担体として用いて ANAMMOX 菌の集積培養を行ったところ、ANAMMOX 反応の進行を確認した。一方、アクリル製パイル織物を用いて長期にわたる部分亜硝酸化処理を行った結果、SNAP 反応への移行が確認でき、その最大窒素除去速度は $2.05 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{day}$ に達した。今回の実験で得られた SNAP 反応の実験式は、従属栄養細菌による脱窒反応を補正することによって実験結果に一致した。SNAP 汚泥の菌叢解析の結果、*Nitrosomonas* 属の細菌が部分亜硝酸化反応を担っていることが判った。一方、ANAMMOX 反応を担っている細菌については、流入窒素負荷が比較的低い時には *Candidatus Anammoxoglobus propionicus* に近縁の細菌、流入窒素負荷が高くなった時には、熊本大学で発見された KU2 に近縁の細菌が優占種になっていた。また、SNAP リアクタから採取された余剰汚泥（浮遊汚泥）を冷蔵保存した汚泥を用いて SNAP 反応槽のスタートアップに関する検討を行ったところ、約 3 ヶ月で $1.5 \text{ kg/m}^3 \cdot \text{day}$ 以上の窒素除去速度が得られ、その処理特性は元の SNAP リアクタの特性を引き継いだ。以上の結果より、固定化担体を用いた窒素除去システムとして、窒素源の他に有機物を含む廃水に対しては、曝気槽に固定化担体を投入することによって硝化・脱窒と有機物の分解を同時に行う窒素除去システムを提案することが出来た。また、有機物を含まない窒素含有廃水に対しては、一槽型の ANAMMOX 反応である SNAP 法を用いた窒素除去システムを提案することが出来た。